

Attorney Docket No. 25-272
Patent

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Yu KITAHARA et al.

Serial No.: (new) Art Unit:

Filed: March 25, 2004 Examiner:

For: OBJECTIVE LENS FOR DIFFERENT OPTICAL RECORDING MEDIA
AND AN OPTICAL PICKUP DEVICE UTILIZING IT

LETTER

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

March 25, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicants hereby claim the right of priority based on the following application:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
Japan	2003 - 091382	March 28, 2003

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

Please charge any fees under 37 C.F.R. § 1.16 - 1.21(h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2509.

Respectfully submitted,

ARNOLD INTERNATIONAL

By Bruce Y. Arnold
Bruce Y. Arnold
Reg. No. 28,493

(703) 759-2991

P.O. Box 129
Great Falls, VA 22066-0129

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 3月28日

出願番号 Application Number: 特願2003-091382

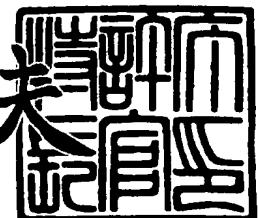
[ST. 10/C]: [JP2003-091382]

出願人 Applicant(s): 富士写真光機株式会社

2003年11月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康泰



【書類名】 特許願

【整理番号】 FK1040

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 北原 有

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 小里 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 勝間 敏明

【特許出願人】

【識別番号】 000005430

【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097984

【弁理士】

【氏名又は名称】 川野 宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041597

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光記録媒体用対物レンズおよびこれを用いた光ピックアップ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 択一的な情報の記録または再生がなされる、第1開口数および第1波長に対応する第1光記録媒体、ならびに該第1開口数より小なる第2開口数および第2波長に対応する第2光記録媒体に対して、使用光を各々所望の位置に収束させる光記録媒体用対物レンズにおいて、

少なくとも一方の面に、前記第2開口数の境界領域において不連続となる非球面式で表される非球面が形成されるとともに、少なくとも一方の面に、1つの所定位相差関数で表される回折光学面が形成され、

前記対物レンズの屈折力と前記回折光学面の光回折作用とにより、前記第1波長の光に対して、前記第1開口数より内側の領域を通過する光束を前記第1光記録媒体の所定位置に収束させ、かつ、前記第2波長の光に対して、前記第2開口数より内側の領域を通過する光束を前記第2光記録媒体の所定位置に収束させ、前記第2開口数より外側の領域を通過する光束を前記第2光記録媒体の前記所定位置に非収束とさせるように構成されてなることを特徴とする光記録媒体用対物レンズ。

【請求項 2】 前記回折光学面と前記非球面とが、少なくとも一方の同一面上に形成され、この同一面上で該非球面が不連続となる位置において、前記回折光学面の前記1つの所定位相差関数により規定される位相差が、 2π の整数倍となることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体用対物レンズ。

【請求項 3】 前記第2光記録媒体は前記第1光記録媒体に比し基板の厚みが大であり、前記第1波長を λ_1 、前記第2波長を λ_2 とした場合に、 $\lambda_1 < \lambda_2$ なる条件式を満足することを特徴とする請求項1または2記載の光記録媒体用対物レンズ。

【請求項 4】 プラスチックレンズからなることを特徴とする請求項1～3のうちいずれか1項記載の光記録媒体用対物レンズ。

【請求項 5】 前記非球面が不連続となる位置の開口数が、0.45～0.52の間

の値とされていることを特徴とする請求項1～4のうちいずれか1項記載の光記録媒体用対物レンズ。

【請求項6】 請求項1～5のうちのいずれか1項記載の光記録媒体用対物レンズを備えていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】

本発明は、情報の記録または再生がなされる際に、使用光学系の開口数および使用光の波長が互いに異なる2つの光記録媒体に対して、各使用光を対応する光記録媒体上に効率良く収束させることができる光記録媒体用対物レンズおよびこれを用いた光ピックアップ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、種々の光記録媒体が開発されており、複数種の光記録媒体を共用して記録・再生し得る光ピックアップ装置が知られている。例えば、DVD（デジタル・バーサタイル・ディスク。-ROM、-R、-RW等を含む。）とCD（コンパクトディスク。-ROM、-R、-RW等を含む。）を1つの光ピックアップ装置を用いて記録・再生する装置が知られている。このような2つの光記録媒体においては、DVDについては、記録密度の向上を図るため、例えば650nm程度の可視光を使用することとなっているのに対し、CDについては、可視光領域の光に対して感度を有さない記録媒体も存在するため、780nm程度の近赤外光を使用する必要がある。したがって、これら両者に対して共用し得る光ピックアップ装置では、2つの異なる波長の光を照射光として用いる、いわゆる2波長ビーム方式によることとなる。

【0003】

上述したDVDとCDのように、2つの光記録媒体におけるディスク厚、さらには開口数が互いに異なる場合には、このような光ピックアップ装置において、再生または記録を行うための各波長の光に対し互いに異なる収束作用とする必要がある。例えば、DVDの規格ではディスク厚を0.6mm、開口数を0.6とし、C

Dの規格ではディスク厚を1.2mm、開口数を0.45～0.52とするように、略規格統一されている。

【0004】

従来技術としては、光ピックアップ装置のコンパクト化および低廉化を図るべく、対物レンズの一方の面が、光軸を中心とした輪帯状の回折格子を設けた非球面とされたものが知られている（例えば、特許文献1～3参照）。このような回折光学面の作用により、ディスク厚、すなわち保護層の厚さの違いに起因する球面収差の変化を相殺し、単一の対物レンズにより2種の光記録媒体に対して良好なビームスポットを形成させようとするものである。

【0005】

また、特許文献2および特許文献3には、非球面上に形成されたこの回折光学面を、非球面の所定位置において位相差が不連続となるように規定し、小さい開口数が必要となる光記録媒体に対しても、液晶シャッタや波長選択性のあるフィルタ等からなる開口絞りを介在させたり、複数の絞りを機械的に切り替える開口制限手法を用いることなく、良好なビームスポットを形成させようとする技術が記載されている。

【0006】

【特許文献1】

特開2000-81566号公報

【特許文献2】

特開2001-235676号公報

【特許文献3】

特開2002-109775号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献1に開示されている対物レンズは、必要な開口数が小さい場合の使用状態においても、その外側の領域を通過する光束まで所定開口数の内側の領域と同様の回折格子により収差補正されるので、結局、光束が絞られすぎてビームスポットが小さくなりすぎ、悪影響が生じる。

【0008】

また、上記特許文献2および特許文献3に開示されている対物レンズは、回折光学面を所定位置において不連続となるように構成し、この位置より内側の領域とこの位置より外側の領域とで異なる位相差関数を用いている。そのため、この位置で各々の位相差関数により規定される位相差が 2π の整数倍となるように設定されていないと、透過光束の波面収差が増大する。しかし、特定の位置で異なる2つの位相差関数により規定される位相差とともに 2π の整数倍とすることは、設計上の制約の増加となり問題がある。

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みなされたものであり、設計が容易でコンパクトかつ低廉でありながら、規格の異なる2つの光記録媒体に各々対応した開口数および収束作用とすることができます、光記録媒体用対物レンズおよびこれを用いた光ピックアップ装置を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明の光記録媒体用対物レンズは、逐一的な情報の記録または再生がなされる、第1開口数および第1波長に対応する第1光記録媒体、ならびに該第1開口数より小なる第2開口数および第2波長に対応する第2光記録媒体に対して、使用光を各々所望の位置に収束させる光記録媒体用対物レンズにおいて、

少なくとも一方の面に、前記第2開口数の境界領域において不連続となる非球面式で表される非球面が形成されるとともに、少なくとも一方の面に、1つの所定位相差関数で表される回折光学面が形成され、

前記対物レンズの屈折力と前記回折光学面の光回折作用とにより、前記第1波長の光に対して、前記第1開口数より内側の領域を通過する光束を前記第1光記録媒体の所定位置に収束させ、かつ、前記第2波長の光に対して、前記第2開口数より内側の領域を通過する光束を前記第2光記録媒体の所定位置に収束させ、前記第2開口数より外側の領域を通過する光束を前記第2光記録媒体の前記所定位置に非収束とさせるように構成されてなることを特徴とするものである。

【0011】

また、前記回折光学面と前記非球面とが、少なくとも一方の同一面に形成され、この同一面上で該非球面が不連続となる位置において、前記回折光学面の前記1つの所定位相差関数により規定される位相差が、 2π の整数倍となるよう構成されてなることが好ましい。

【0012】

また、前記第2光記録媒体は前記第1光記録媒体に比し基板の厚みが大であり、前記第1波長を λ_1 、前記第2波長を λ_2 とした場合に、 $\lambda_1 < \lambda_2$ なる条件式を満足することが好ましい。

【0013】

また、本発明の光記録媒体用対物レンズは、プラスチックレンズからなることが好ましい。

【0014】

また、前記非球面が不連続となる位置の開口数が、0.45～0.52の間の値とされていることが好ましい。

【0015】

本発明の光ピックアップ装置は、上記光記録媒体用対物レンズを備えていることを特徴とするものである。

【0016】

なお、上記「不連続となる非球面」および「非球面が不連続となる」とは、所定位置において、この位置より内側の領域の非球面とこの位置より外側の領域の非球面との、光軸と平行となる方向の深さが異なるように形成されていることを表すものである。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。図1（A）および図1（B）は本発明に係る光記録媒体用対物レンズの形状およびその作用を模式的に示す図であり、図2は、本発明に係る光記録媒体用対物レンズを用いた光ピックアップ装置を示す図である。

【0018】

この光ピックアップ装置では、図2に示すとおり、LD電源1からの電力供給により半導体レーザ3、4から出力されたレーザ光11がハーフミラー6により反射され、コリメータレンズ7により略平行光とされ、本発明に係る光記録媒体用対物レンズ8により収束光とされて光ディスク9の記録領域10上に照射される。なお、半導体レーザ3は、DVD系用（以下、これを代表してDVDとして説明する）の、波長650 nm (λ_1) 程度の可視域のレーザ光を出力する光源であり、半導体レーザ4は、CD-R等のCD系用（以下、これを代表してCDとして説明する）の、波長780 nm (λ_2) 程度の近赤外域のレーザ光を出力する光源であり、プリズム5を介していざれかの半導体レーザ3、4から出力されたレーザ光11がハーフミラー6に照射されるようになっている。また、LD電源1と半導体レーザ3、4との間には切替スイッチ2が配されており、この切替スイッチ2の操作によりいざれかの半導体レーザ3、4に電力が供給されるようになっている。さらに、対物レンズ8の光源側には、絞り12が配設されている。

【0019】

本実施形態の光ピックアップ装置では、CDとDVDのいずれの光ディスク9についても信号の記録・再生が可能となるように構成されている。光ディスク9の記録領域10には信号情報を担持したピットがトラック状に配列されるようになっており、この記録領域10からの上記レーザ光11の反射光は信号情報を担持した状態で対物レンズ8およびコリメータレンズ7を介してハーフミラー6に入射し、このハーフミラー6を透過して4分割のフォトダイオード13に入射する。このフォトダイオード13では、分割された4つのダイオード位置の各受光量が電気信号の形態で得られるから、この受光量に基づき図示されない演算手段において所定の演算がなされ、データ信号、およびフォーカスとトラッキングの各エラー信号を得られることになる。

【0020】

なお、ハーフミラー6は光ディスク9からの戻り光の光路に対して45° 傾いた状態で挿入されているのでシリンドリカルレンズと同等の作用をなし、このハーフミラー6を透過した光ビームは非点収差を有することとなり、4分割のフォトダイオード13上におけるこの戻り光のビームスポットの形状に応じてフォーカ

スのエラー量が決定されることとなる。なお、上記コリメータレンズ7は状況に応じて省略することも可能であり、さらに半導体レーザ3、4とハーフミラー6との間にグレーティングを挿入して3ビームによりトラッキングエラーを検出することも可能である。

【0021】

ところで、上記光ディスク9は、CDおよびDVDのいずれについても、PC（ポリカーボネート）からなる保護層を有しており、この保護層を含む上記CDは幾何学的厚みが1.2mmに規格統一されており、また、上記DVDは幾何学的厚みが0.6mmのものに略規格統一されている。図1（A）は光ディスクがDVD9aとされている場合の収束状態を模式的に示す図であり、図1（B）は光ディスクがCD9bとされている場合の収束状態を模式的に示す図である。このように2つの光記録媒体におけるディスク厚が互いに異なる場合には、保護層の厚さの違いにより発生する球面収差の量が異なってくる。これらいずれの光ディスク9についても確実にフォーカシングをなすためには、記録・再生を行うための各波長の光に対しいずれについても球面収差量を最適化する必要があり、互いに異なる収束作用を有する構成が必要となる。

【0022】

そのため、この光記録媒体用対物レンズ8は、少なくとも一方の面に、CD9bに対応する開口数の境界領域において不連続となる非球面式で表される非球面が形成されるとともに、少なくとも一方の面に、1つの所定位相差関数で表される回折光学面が形成されている。そして、対物レンズ8の屈折力と回折光学面の光回折作用とにより、DVD用の波長の光に対して、DVD用として必要な開口数より内側の領域を通過する光束をDVD9aの記録領域10aに収束させ（図1（A）参照）、かつ、CD用の波長の光に対して、CD用として必要な開口数より内側の領域を通過する光束をCD9bの記録領域10bに収束させ、CD用として必要な開口数より外側の領域を通過する光束をCD9bの記録領域10bに収束させないようにする（非収束）（図1（B）参照）ものである。

【0023】

この非球面の形状は、下記に示す非球面式により表される。

【0024】

【数1】

$$Z = \frac{Y^2 C}{1 + \sqrt{1 - K Y^2 C^2}} + \sum_{i=2}^{\infty} A_i Y^{2i} + B$$

ただし、

Y : 光軸からの高さ

K : 円錐定数

C : 光軸近傍での曲率

A_i : $2i$ 次の係数

B : 定数

【0025】

この非球面は、CD用として必要な開口数の境界領域において不連続となる。

ここで「非球面が不連続となる」とは、所定位置において、この位置より内側の領域の非球面とこの位置より外側の領域の非球面との、光軸と平行となる方向の深さが異なるように形成されていることを表している。以下、この非球面が不連続となっている部分を「段差」と称することにする。図1 (A) および図1 (B) に示す対物レンズ8の光源側の面（以下、第1面と称する）16には、この段差を有する非球面が形成されている。なお、図1 (A) および図1 (B) においては分かり易さのために、実際の段差よりも誇張して示している。

【0026】

また、回折光学面の位相差形状は、下記に示す位相差関数により表され、この回折光学面により、波長を λ 、回折光学面位相差関数を ϕ として、回折光に $\lambda \times \phi / (2\pi)$ の光路差が付加される。

【0027】

【数2】

$$\phi = \sum_{i=1} \mathbb{W}_i \mathbb{Y}^{2i}$$

ただし、

\mathbb{Y} : 光軸からの高さ

\mathbb{W}_i : $2i$ 次の係数

【0028】

なお、本実施形態に係る対物レンズ8の回折光学面は、光軸近傍からDVD用として必要な開口数までの範囲に亘り、1組の各係数により規定される1つの所定位相差関数がその位相差形状を規定するものである。1つの位相差関数により連続的に位相差を規定することでレンズ設計の制約を減らすことができる。設計の際に制約条件が増えることは、目標収差に合わせて収差を抑え得る解が少なくなることを意味し、好ましくない。

【0029】

図1 (A) および図1 (B) に示す対物レンズ8では、第1面16に、レンズ基材と一体的に成形された断面形状が鋸歯形状の同心円格子からなる回折光学面が形成されている。なお、図1 (A) および図1 (B) においては分かり易さのために、実際の回折光学面の鋸歯形状よりも誇張して示している。なお、回折光学面の具体的な格子ピッチは位相差関数により決定される。また、回折光学面の具体的な鋸歯形状のステップの高さは、各波長のレーザ光に対する各次数の回折光の割合を考慮して設定する。また、回折光学面の最外径は、入射する2つの波長のレーザ光11の開口数とビーム径を勘案して適宜設定し得る。

【0030】

このようにして、図1 (A) に示されるように光ディスク9としてDVD9aが所定位置 (ターンテーブル上) に配されてその記録・再生が行われる場合には、半導体レーザ3からの波長650nm程度のレーザ光11が、コリメータレンズ7により略平行光とされた状態で対物レンズ8に入射され、良好に収差補正され

てDVD9aの記録領域10a上に収束せしめられることになる。

【0031】

他方、図1（B）に示されるように光ディスク9としてCD9bが所定位置（ターンテーブル上）に配されてその記録・再生が行われる場合には、半導体レーザ4からの波長780nm程度のレーザ光11が、コリメータレンズ7により略平行光とされた状態で対物レンズ8に入射され、良好に収差補正されてCD9bの記録領域10b上に収束せしめられることになる。半導体レーザ4からのレーザ光11はCD用として必要な開口数より外側の領域をも通過するが、この光束は図示のとおり上記開口数より内側の領域を通過した光とは異なる位置に収束され、CD9bの記録領域10b上に記録・再生可能なビームスポットとして収束されることはない。

【0032】

光ディスク9の規格の相違による収差の発生量の相違は主としてディスク厚によるところが大きい。しかしそれ以外の要因、例えば入射光の波長の相違等によるものについても、本発明に係る対物レンズ8による収差補正作用が有効である。

【0033】

この対物レンズ8において、回折光学面と非球面とが、少なくとも一方の同一面に形成され、この同一面上で非球面が不連続となる位置において、回折光学面の位相差が、 2π の整数倍となることが好ましい。図3（A）は、段差部分で回折光学面の位相差が 2π の整数倍となっている状態を模式的に示すものである。また、図3（B）は、段差部分で回折光学面の位相差が 2π の整数倍となっていない状態を模式的に示すものである。図3（A）、図3（B）において太い実線がレンズ形状を示し、その段差は光軸と平行となる方向X'での深さが異なるように形成されている。なお、説明の簡略のため母面は球面とされている。

【0034】

非球面を不連続とすることにより、上述のように波長に応じて異なる位置に収束させ得るようなレンズ形状を設計する場合の設計自由度が高くなる。また、この段差部分で波面収差の乱れを防ぐためには、位相差関数による位相差を段差部

分で 2π の整数倍とすることが好ましく、1つの位相差関数により連続的に位相差関数を規定することでレンズ設計の制約を減らすことができる。このように本発明は、段差部分で位相差関数を連続にして非球面を不連続にするという構成により、1枚構成のコンパクトかつ低廉な対物レンズとして、従来と同程度の性能を有する対物レンズをより高い自由度で設計を可能にするものである。

【0035】

また、この対物レンズ8はプラスチックレンズとすることで軽量、安価なものとすることができます。

また、小さい方の開口数に対応する光ディスクがCDである場合には、非球面が不連続となる位置の開口数は0.45～0.52の間の値とされていることが好ましい。

【0036】

なお、ここで説明した光記録媒体用対物レンズ8には第1面16に所定の非球面と回折光学面が形成されている。設計上の選択肢としては、非球面および回折光学面を、例えば、いずれも光記録媒体側の面に形成したり、光源側と光記録媒体側の面のいずれか一方に回折光学面、他方に非球面を形成したりすることも可能である。このような態様は、非球面および回折光学面の形状設計を適切に行い得るならば、理論的には本実施形態と同じ効果を得ることも可能である。

【0037】

しかしながら、上述のように光軸と略平行な光が入射する光源側の面に所定の非球面および回折光学面を形成する方が、回折効率やビームスポットの集光度等を考慮した場合に有利である。

【0038】

また、光源側と光記録媒体側の面のいずれか一方に回折光学面、他方に不連続な非球面を形成する場合も、本実施形態に比べて加工の難易度が高くなり、コストも増加するので不利である。

【0039】

なお、本発明の対物レンズとしては上述した実施形態のものに限られず種々の態様の変更が可能である。また、本発明の光ピックアップ装置としても、記録・

再生対象となる光記録媒体としてはDVDとCDとの組み合わせに限られるものではない。DVDとCDとの組み合わせにおいては、CDはDVDに比し基板の厚みが大であり、必要な開口数はDVDが大であり、使用光の波長はCDが大となるが、使用波長域および開口数の仕様が互いに異なる2つの光記録媒体を共通の光ピックアップ装置で記録・再生する場合に適用できる。これら仕様が互いに異なる2つの光記録媒体によっては、ディスク厚が同じである場合にも本発明を応用することが可能であるし、いずれの光記録媒体に対応する使用波長が大であるか、また、いずれの光記録媒体に対応する開口数が大であるかは規格次第であり、対物レンズの回折光学面および非球面の構成はこれらに基づいて設定することができる。

【0040】

また、本発明の対物レンズは、いずれか一方の面のみを所定の非球面とすることも可能である。また、非球面の段差は、対物レンズの所定開口数より外側の領域がこの開口数より内側の領域に対して、光軸と平行となる方向の深さが浅くなるような段差とされていてもよい。

【0041】

また、この対物レンズの回折光学面の製造方法としてはレンズ基材としてガラスあるいはプラスチックを用い、そのレンズ基材上に、薄い樹脂層で上記段差や回折光学面を形成したり（複合非球面）、2酸化チタン（TiO₂）を蒸着したり、あるいは2酸化チタン（TiO₂）に替えて種々の材料、例えば金属、他の金属酸化物さらには非金属を蒸着して形成することも可能である。また、蒸着でなく、スパッタリング、メッキ、ロールコーティングなどで形成することも可能である。

【0042】

さらに、この回折光学面の回折格子としては断面形状が階段状の同心円格子からなるように形成されていても良く、階段段数が2以上の種々の段数のものも採用可能であり、あるいは断面矩形状のものを採用可能である。

【0043】

また、上記実施形態に係る光ピックアップ装置は互いに異なる波長の光を出力

する各光源を設けているが、これに代えて2つの異なる波長の光を出力し得る1つの光源を設けるようにしても良い。

【0044】

【実施例】

以下、上述した対物レンズを実施例により具体的に説明する。各対物レンズは、CDおよびDVDという規格の異なる2種の光ディスクに好適な光記録媒体用対物レンズである。この対物レンズは両面が非球面とされている。また、この対物レンズの第1面では非球面は不連続なものとされ、さらに回折光学面が形成されている。対物レンズに入射されるレーザ光は、いずれの波長の場合もこの対物レンズにより対応する光ディスクの記録領域に良好に収束される。

【0045】

＜実施例1＞

下記表1の上段に、この実施例に係る対物レンズのレンズデータ（曲率半径（mm）、 $\lambda = 657 \text{ nm}$ 、 790 nm に対する面間隔（mm）、および $\lambda = 657 \text{ nm}$ 、 790 nm に対する屈折率）を示す。なお、この表1および後述する表3および5において、曲率半径、面間隔および屈折率に対応させた数字は光源側から順次増加するようになっている。また、表1の下段に、光記録媒体としてDVDおよびCDをセットした各場合における使用波長について、この実施例に係る対物レンズの絞り径（mm）、焦点距離（mm）、開口数、および光源位置の各値を示す。また、下記表2に、この実施例に係る対物レンズの各非球面の非球面係数および回折光学面の位相差関数係数を示す。

【0046】

【表1】

面	曲率半径	面間隔		屈折率	
		$\lambda = 657\text{nm}$	$\lambda = 790\text{nm}$	$\lambda = 657\text{nm}$	$\lambda = 790\text{nm}$
1	回折・非球面	2.220	2.220	1.50566	1.50222
2	非球面	1.760	1.397	1.00000	1.00000
3	∞	0.600	1.200	1.58000	1.57000
4	∞				
		$\lambda = 657\text{nm}$	$\lambda = 790\text{nm}$		
絞り径		$\phi 4.0$	$\phi 4.0$		
焦点距離		3.33	3.35		
開口数		0.60	0.46		
光源位置		∞	∞		

【0047】

【表2】

非球面式係数

	第1面 ($Y < 1.532\text{mm}$)	第1面 ($Y \geq 1.532\text{mm}$)	第2面
C	4.8065142×10^{-1}	5.6594284×10^{-1}	$-1.7998240 \times 10^{-1}$
K	0.0	0.0	0.0
B	0.0	$-3.4916686 \times 10^{-2}$	0.0
A_2	3.2661442×10^{-3}	$-1.2663155 \times 10^{-2}$	1.3916007×10^{-2}
A_3	4.0564687×10^{-5}	6.1794537×10^{-4}	$-4.1050739 \times 10^{-3}$
A_4	$-3.0569735 \times 10^{-4}$	1.6113424×10^{-4}	6.8338620×10^{-5}
A_5	$-8.9492924 \times 10^{-5}$	5.4288256×10^{-5}	2.6249482×10^{-5}
A_6	4.9662256×10^{-5}	$-6.5613921 \times 10^{-6}$	

位相差関数係数

第1面

W_1	4.8172447
W_2	-1.0393242×10
W_3	1.811292
W_4	-3.3735647
W_5	9.5888877×10^{-1}

【0048】

また、図4は、この実施例に係る対物レンズで集光した光のビームプロファイ

ルを示すものである。図4から明らかなように、この実施例に係る対物レンズによれば、必要な開口数に対応する良好なビームスポットを得ることができる。

【0049】

＜実施例2＞

下記表3の上段に、この実施例に係る対物レンズのレンズデータ（曲率半径（mm）、 $\lambda = 650\text{ nm}$ 、 780 nm に対する面間隔（mm）、および $\lambda = 650\text{ nm}$ 、 780 nm に対する屈折率）を示す。また、表3の下段に、光記録媒体としてDVDおよびCDをセットした各場合における使用波長について、この実施例に係る対物レンズの絞り径（mm）、焦点距離（mm）、開口数、および光源位置の各値を示す。また、下記表4に、この実施例に係る対物レンズの各非球面の非球面係数および回折光学面の位相差関数係数を示す。

【0050】

【表3】

面	曲率半径	面間隔		屈折率	
		$\lambda = 650\text{nm}$	$\lambda = 780\text{nm}$	$\lambda = 650\text{nm}$	$\lambda = 780\text{nm}$
1	回折・非球面	2.230	2.230	1.50591	1.50240
2	非球面	1.230	0.865	1.00000	1.00000
3	∞	0.600	1.200	1.58000	1.57000
4	∞				

	$\lambda = 650\text{nm}$	$\lambda = 780\text{nm}$
絞り径	$\phi 4.20$	$\phi 4.20$
焦点距離	3.50	3.52
開口数	0.60	0.45
光源位置	∞	∞

【0051】

【表4】

非球面式係数

	第1面 ($Y < 1.6\text{mm}$)	第1面 ($Y \geq 1.6\text{mm}$)	第2面
C	4.7667665×10^{-1}	8.4232296×10^{-1}	$-1.3998688 \times 10^{-1}$
K	0.0	0.0	0.0
B	0.0	$-1.2163720 \times 10^{-1}$	0.0
A_2	4.4889931×10^{-3}	$-1.0508691 \times 10^{-1}$	1.5845130×10^{-2}
A_3	1.4229360×10^{-4}	3.2790416×10^{-2}	$-1.9786923 \times 10^{-3}$
A_4	5.3163977×10^{-5}	$-4.7689488 \times 10^{-3}$	$-2.4682603 \times 10^{-4}$
A_5	8.2255329×10^{-6}	2.8894428×10^{-4}	5.9504280×10^{-5}

位相差関数係数

	第1面
W_1	4.8322829
W_2	-1.0468958×10
W_3	-1.2223717
W_4	1.4991419×10^{-1}
W_5	6.7993867×10^{-2}

【0052】

また、図5は、この実施例に係る対物レンズで集光した光のビームプロファイルを示すものである。図5から明らかなように、この実施例に係る対物レンズによれば、必要な開口数に対応する良好なビームスポットを得ることができる。

【0053】

<実施例3>

下記表5の上段に、この実施例に係る対物レンズのレンズデータ（曲率半径（mm）、 $\lambda = 657\text{nm}$ 、 785nm に対する面間隔（mm）、および $\lambda = 657\text{nm}$ 、 785nm に対する屈折率）を示す。また、表5の下段に、光記録媒体としてDVDおよびCDをセットした各場合における使用波長について、この実施例に係る対物レンズの絞り径（mm）、焦点距離（mm）、開口数、および光源位置の各値を示す。また、下記表6に、この実施例に係る対物レンズの各非球面の非球面係数および回折光学面の位相差関数係数を示す。

【0054】

【表5】

面	曲率半径	面間隔		屈折率	
		$\lambda = 657\text{nm}$	$\lambda = 785\text{nm}$	$\lambda = 657\text{nm}$	$\lambda = 785\text{nm}$
1	回折・非球面	1.330	1.330	1.505660	1.502310
2	非球面	1.230	0.865	1.000000	1.000000
3	∞	0.600	1.200	1.580000	1.570000
4	∞				
		$\lambda = 657\text{nm}$	$\lambda = 785\text{nm}$		
絞り径		$\phi 2.808$	$\phi 2.808$		
焦点距離		2.34	2.36		
開口数		0.60	0.51		
光源位置		∞	∞		

【0055】

【表6】

非球面式係数

	第1面($Y < 1.196\text{mm}$)	第1面($Y \geq 1.196\text{mm}$)	第2面
C	7.1004521×10^{-1}	7.1208302×10^{-1}	$-2.1290141 \times 10^{-1}$
K	0.0	0.0	0.0
B	0.0	6.0006974×10^{-3}	0.0
A_2	1.0034500×10^{-2}	1.5658997×10^{-2}	4.5765243×10^{-2}
A_3	9.7862875×10^{-3}	$-2.0403294 \times 10^{-3}$	$-1.4171491 \times 10^{-2}$
A_4	$-8.6232186 \times 10^{-3}$	$-5.3355792 \times 10^{-3}$	2.9795647×10^{-2}
A_5	5.4946331×10^{-3}	5.9857836×10^{-3}	$-1.0676524 \times 10^{-2}$

位相差関数係数

第1面

W_1	2.7495889×10
W_2	-5.3070548×10
W_3	2.5780703×10
W_4	-3.6215469×10
W_5	1.2738450×10

【0056】

また、図6は、この実施例に係る対物レンズで集光した光のビームプロファイルを示すものである。図6から明らかなように、この実施例に係る対物レンズに

よれば、必要な開口数に対応する良好なビームスポットを得ることができる。

【0057】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の光記録媒体用対物レンズでは、波長の異なる2種の使用光に対して、必要開口数より内側の領域を通過する光束を各々対応する光記録媒体の所定位置に良好に収束させ得る1枚構成の対物レンズとして、少なくとも一方の面に、所定領域において不連続となる非球面式で表される非球面が形成されるとともに、少なくとも一方の面に、1つの所定位相差関数で表される回折光学面が形成されることにより設計上の制約が少なく、コンパクトかつ低廉な光記録媒体用対物レンズを得ることができる。また、上記非球面が不連続となる位置において、回折光学面の位相差が 2π の整数倍となるように構成することにより、波面収差の乱れを防ぐことができる。また、本発明の光ピックアップ装置は上記対物レンズを用いることにより同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る光記録媒体用対物レンズを模式的に示す断面図（（A）光ディスクがDVDの場合、（B）光ディスクがCDの場合）

【図2】

本発明に係る光記録媒体用対物レンズを用いた光ピックアップ装置を示す概略図

【図3】

段差部分での回折光学面の位相差状態を説明する模式図

【図4】

実施例1に係る対物レンズにより集光した場合のビームプロファイル

【図5】

実施例2に係る対物レンズにより集光した場合のビームプロファイル

【図6】

実施例3に係る対物レンズにより集光した場合のビームプロファイル

【符号の説明】

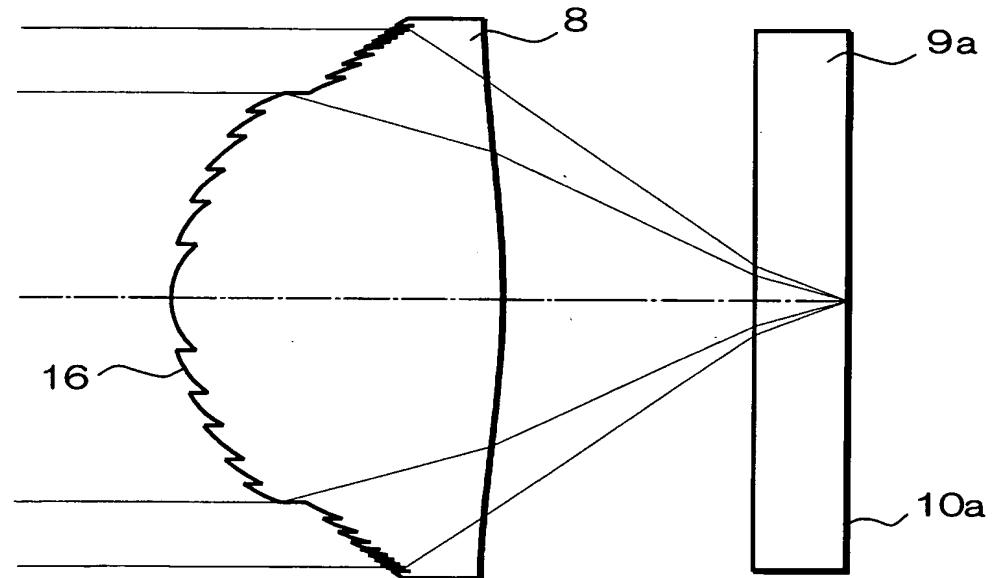
- 1 LD光源
- 2 切替スイッチ
- 3、4 半導体レーザ
- 5 プリズム
- 6 ハーフミラー
- 7 コリメータレンズ
- 8 対物レンズ
- 9 光ディスク
- 9 a DVD
- 9 b CD
- 10、10 a、10 b 記録領域
- 11 レーザ光
- 12 絞り
- 13 フォトダイオード
- 16 対物レンズの光源側の面

【書類名】 図面

【図1】

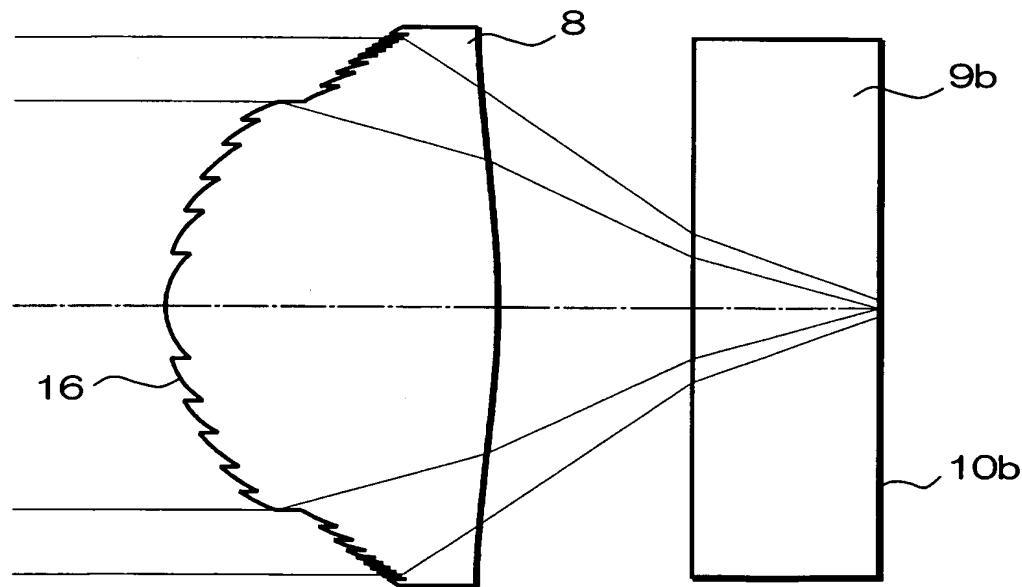
(A)

←光源側

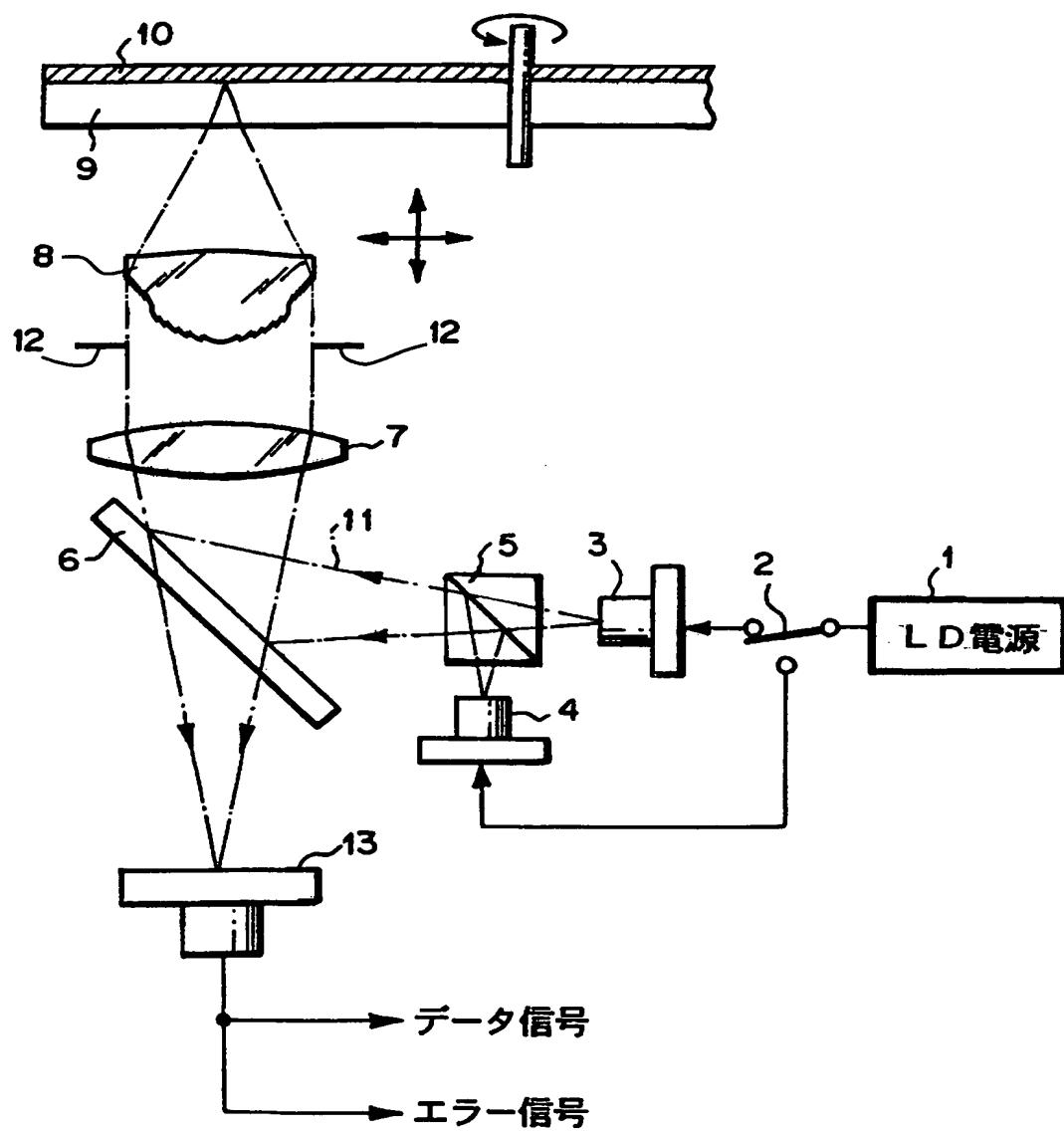


(B)

←光源側

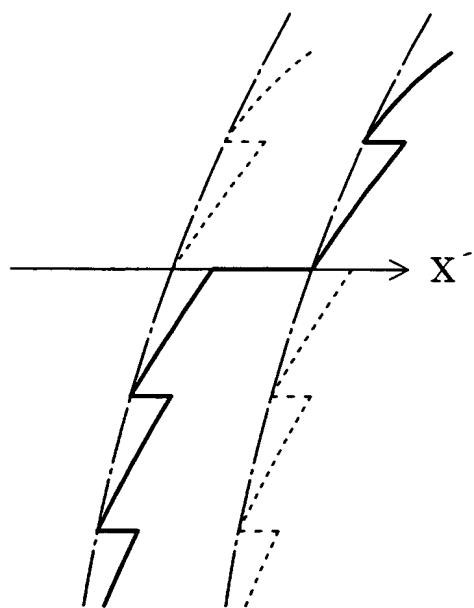


【図2】

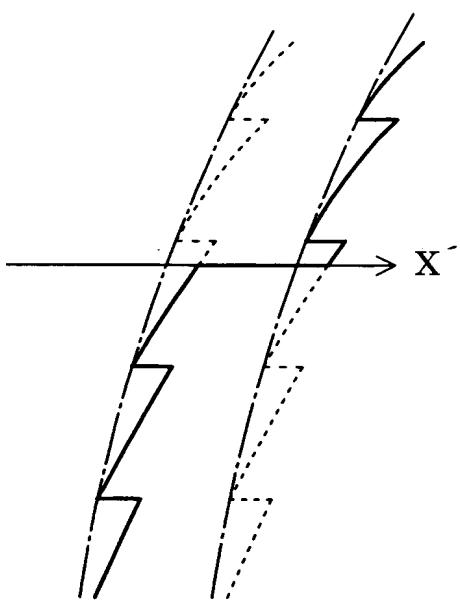


【図3】

(A)



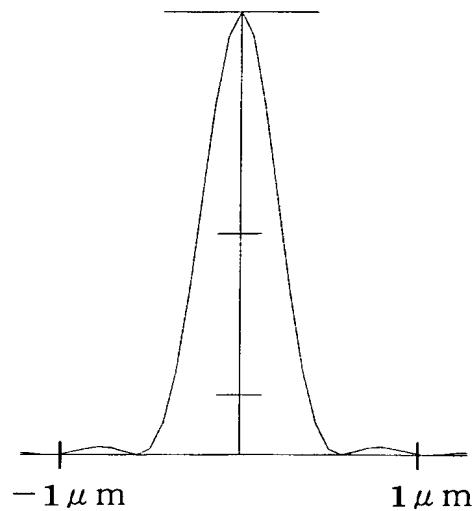
(B)



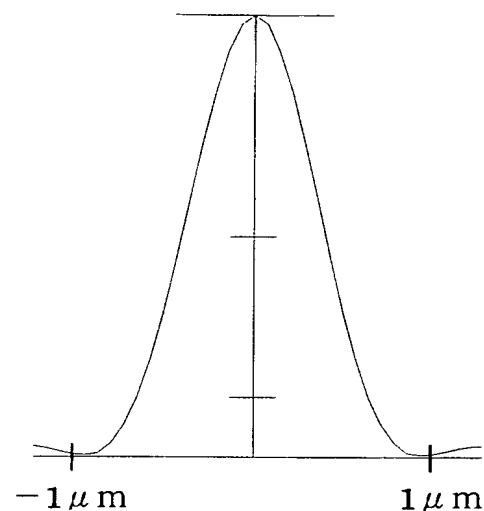
【図4】

実施例1

ビームプロファイル
 $\lambda = 657\text{nm}$



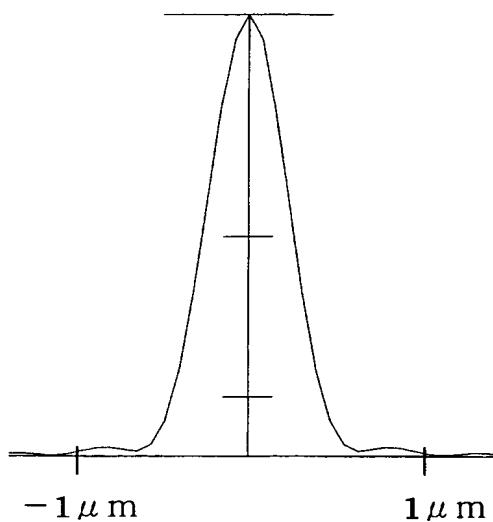
ビームプロファイル
 $\lambda = 790\text{nm}$



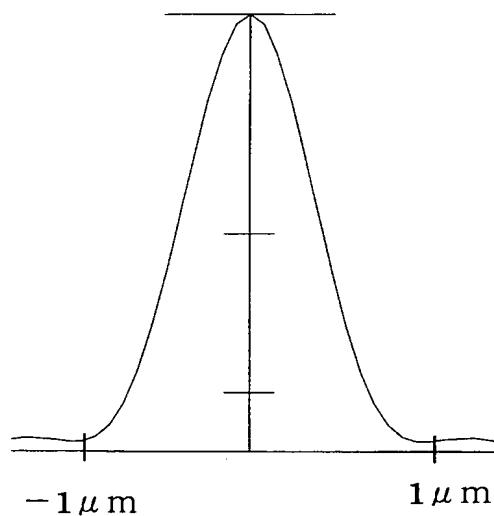
【図5】

実施例2

ビームプロファイル
 $\lambda = 650\text{nm}$



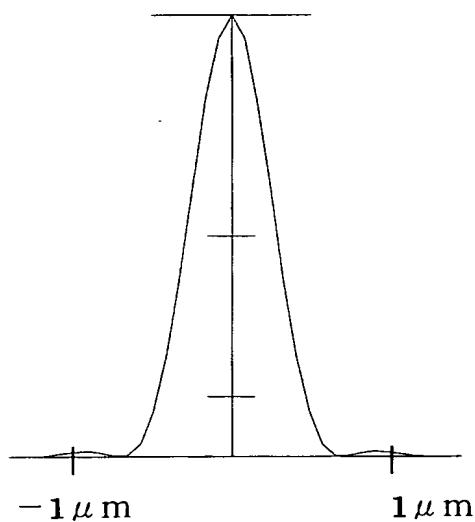
ビームプロファイル
 $\lambda = 780\text{nm}$



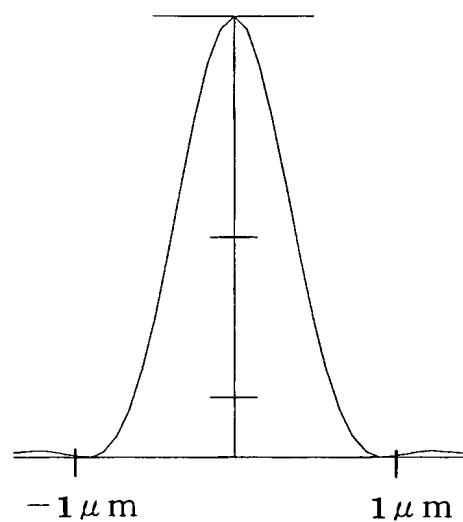
【図6】

実施例3

ビームプロファイル
 $\lambda = 657\text{nm}$



ビームプロファイル
 $\lambda = 785\text{nm}$



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 所定の非球面と所定の回折光学面を設けた光記録媒体用対物レンズにより、CDとDVDのように使用光波長、開口数等の規格が異なる光記録媒体のいずれにも良好な収束作用を有するようにし、かつ設計の自由度が高くコンパクトかつ低廉なものとする。

【構成】 対物レンズ8の光源側の面16は不連続な非球面とされ、かつ1つの所定位相差関数で表される回折光学面が、非球面の段差部分でその位相差が 2π の整数倍となるように形成されている。対物レンズ8により波長650nm程度のレーザ光は良好に収差補正されてDVD9aの記録領域10a上に収束せしめられ(図1A)、波長780nm程度のレーザ光は良好に収差補正されてCD9bの記録領域10b上に収束せしめられる(図1B)。後者の光はCD用の必要開口数より外側の領域をも通過するが、この光は記録領域10b上に記録・再生可能なビームスポットとして収束されることはない。

【選択図】 図1

認定・付与小青幸

特許出願の番号 特願2003-091382
受付番号 50300518334
書類名 特許願
担当官 第八担当上席 0097
作成日 平成15年 4月 7日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 3月28日

次頁無

特願2003-091382

出願人履歴情報

識別番号 [000005430]

1. 変更年月日 2001年 5月 1日
[変更理由] 住所変更
住 所 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地
氏 名 富士写真光機株式会社

2. 変更年月日 2003年 4月 1日
[変更理由] 住所変更
住 所 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地
氏 名 富士写真光機株式会社